

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua

Sidang Akademik 2011/2012

Jun 2012

## EEE 355 – ROBOT DAN PENGAUTOMATAN

Masa : 3 Jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA BELAS muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

**[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].**

*“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.*

1. (a) Satu imej dengan saiz 64x64 mempunyai histogram seperti diberikan pada Jadual 1.

*Suppose an image of size 64x64 with the histogram is given in Table 1.*

- (i) Laksanakan penyeragaman histogram dan tunjukkan histogram keluaran.

*Perform the histogram equalization and show the output histogram.*

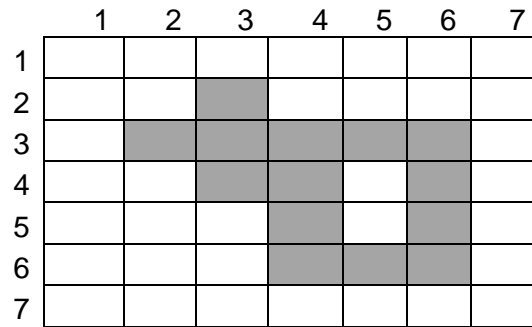
Jadual 1(a)  
Table 1(a)

Graylevel	0	1	2	3	4	5	6	7
Number of pixel	123	78	281	417	639	1054	816	688

- (ii) Terangkan mengapa histogram untuk imej selepas proses “histogram equalization” adalah tidak rata.

*Explain why the output histogram of the image after the histogram equalization is not flat.*

(60 markah/marks)



Rajah 1(b)

Figure 1(b)

- (b) Diberikan imej pada Rajah 1(b), rekabentuk satu proses morfologi untuk mengisi lubang tanpa mengubah bentuk asal.

*Given an image as shown in Figure 1(b), design a morphological process to fill up the hole without changing the shape.*

(40 markah/marks)

2. (a) Diberikan dimensi objek yang diperhatikan dalam satu sistem penglihatan mesin ialah 8 sm lebar x 8 sm panjang x 0.5 sm tinggi. Kamera yang dipilih mempunyai format penderia 2/3". Permukaan yang diperhatikan ialah permukaan 8 sm lebar x 8 sm panjang. Ciri yang perlu diperhatikan ialah 0.03 mm mendatar. Bilangan minimum piksel yang diperlukan untuk ditentukan oleh perisian ialah 3 piksel. Sebagai jurutera penglihatan mesin, anda perlu merekabentuk sistem penglihatan dengan memilih jarak kanta yang sesuai dan resolusi kamera yang sesuai. Jarak objek daripada kamera ialah 30 sm. Pilih kamera dan kanta yang sedia ada pada Jadual 2(ii) dan Jadual 2(iii).

*It is given that the dimension of the object under inspection of a machine vision system is 8 cm width x 8 cm length x 0.5 cm height. The surface under inspection is the surface of 8 cm x 8 cm. The working distance is 30 cm. The minimum feature under inspection is 0.3 mm horizontally. The ability of the software to detect the smallest feature is 3 pixels. As a vision engineer, you are required to select the camera with appropriate resolution and focal length of lens for the machine vision system from Table 2(ii) and Table 2(iii).*

Jadual 2(i)

Table 2(i)

Image Sensor	Image Circle	Horizontal	Vertical
1/4"	Ø4.0mm	3.2mm	2.4mm
1/3"	Ø6.0mm	4.8mm	3.6mm
1/2"	Ø8.0mm	6.4mm	4.8mm
2/3"	Ø11.0mm	8.8mm	6.6mm
1"	Ø16.0mm	12.8mm	9.6mm

Table 2(ii) Kamera yang sedia ada/Available Camera

Camera	Image sensors	Pixels
<b>Camera 1</b>	1"	1008*1018
<b>Camera 2</b>	2/3"	760*484
<b>Camera 3</b>	1/3"	690*494

Table 2(iii) Kanta yang sedia ada/Available lens

Lens No	Lens format supported	Focal Length (mm)
1	2/3"	50
2	2/3"	25
3	1"	50
4	1"	25
5	1/3"	25
6	1/3"	50

(60 markah/marks)

- (b) Andaikan satu histogram untuk satu imej bertabur di antara 100 dan 150 dengan maksimum aras kelabu 255.

*Assume the histogram of an image is spread between 100 and 150 out of the maximum gray level of 255.*

- (i) Apakah maklumat yang boleh didapati daripada histogram ini tentang imej tersebut?

*What can this histogram tell you about the image?*

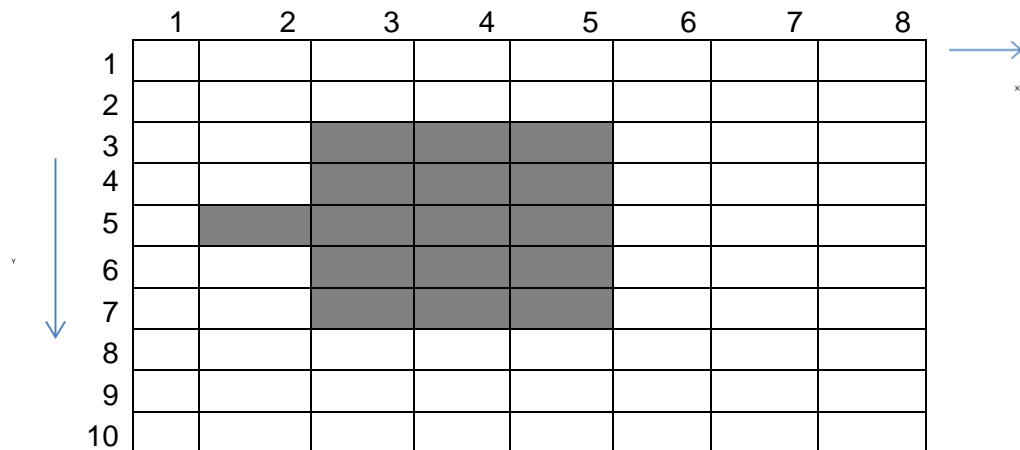
- (ii) Apakah kesan mendarab julat tersebut dengan 1.5 atau 2?

*What is the effect of multiplying the range by 1.5 or by 2?*

- (iii) Apakah kesan menambah 50 kepada semua nilai kelabu?  
*What is the effect of adding 50 to all gray values?*
- (iv) Cadangkan satu teknik peningkatkan imej untuk memperbaiki imej tersebut.  
*Suggest one image enhancement technique that you can apply to improve the image?*

(40 markah/marks)

3. (a) Rujuk kepada Rajah 3(a).  
*Refer to Figure 3(a).*



Rajah 3(a)

Figure 3(a)

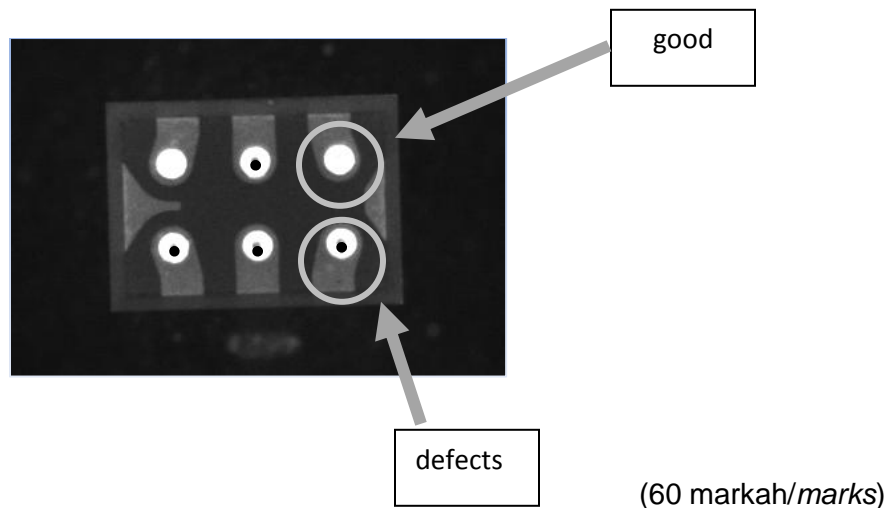
- (i) Cari sentroid objek pada imej yang diberikan pada Rajah 3(a).  
*Find the centroid of the object for the image shown in Figure 3(a).*
- (ii) Terangkan bagaimana ciri momen boleh digunakan dalam aplikasi mesin penglihatan.  
*Explain how moments can be used in machine vision application.*

(40 markah/marks)

...7/-

- (b) Anda diberikan satu tugas untuk merekabentuk satu algoritma untuk memeriksa kualiti pateri seperti pada imej di Rajah 3(b). Terdapat 6 bola pateri di dalam satu imej. Pateri yang baik dipenuhi dengan yang baik dan pateri yang tidak baik terdapat pateri yang hilang seperti yang ditunjukkan di Rajah 3(b). Rekabentuk dan terangkan algoritma penglihatan yang dibangunkan dengan lakaran dan carta alir. Nyatakan sebarang andaian yang dibuat.

*You are given a task to design a vision algorithm to inspect the quality of solder on the image given in Figure 3(b). There are 6 solder balls expected in one image, the good one is covered with all solder, the defect one is having missing solder . Design and explain the vision algorithm with the help of sketches and flowchart. State clearly all the assumptions.*



Rajah 3(b)  
Figure 3(b)

4. (a) Berikan huraian tentang terma-terma berikut dengan merujuk kepada sebuah lengan robot industri.

*Provide the description for the following terms with reference to an industrial robotic arm.*

- (i) Analisa Kinematik.  
*Kinematic Analysis.*
- (ii) Analisa Dinamik dan  
*Dynamic Analysis and*
- (iii) Kinematik dan Dinamik Songsang.  
*Inverse Kinematics & Inverse Dynamics.*

(20 markah/marks)

- (b) (i) Apakah parameter-parameter Denavit-Hartenberg (DH)?

*What are Denavit-Hartenberg (DH) parameters?*

(10 markah/marks)

- (ii) Tentukan parameter-parameter DH bagi lengan robot industri di dalam Rajah 4(c).

*Determine the DH parameters for the industrial robotic arm in Figure 4(c).*

(40 markah/marks)





5. (a) Rajah 5(a) menunjukkan sebuah robot planar dengan tiga sendi; yang 1<sup>st</sup> dan 3<sup>rd</sup> adalah jenis pusingan, manakala yang 2<sup>nd</sup> adalah jenis peralihan. (Sendi ketiga mempunyai panjang 1m).

*Figure 5(a) shows a planar robot with three joints: the 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> are rotational, while the 2<sup>nd</sup> joint is translational. (The third link has a length of 1m).*

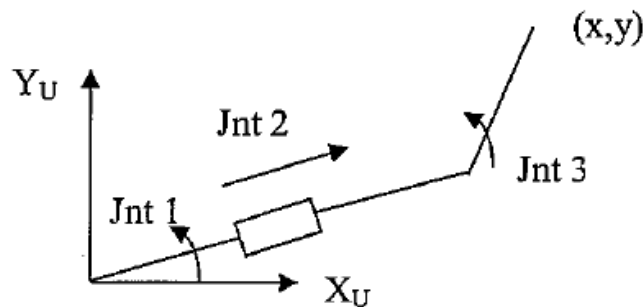
- (i) Tentukan perwakilan bagi nilai penuh Jacobian penggerak.

*Determine the expression for the full manipulator Jacobian.*

- (ii) Bagi tugas menempatkan titik hujung lengan terakhir di kerangka U pada  $(x, y)$ , adakah wujud konfigurasi-konfigurasi tunggal?

*For the task of positioning the end point of the last link in Frame U at  $(x, y)$ , are there singular configurations?*

(50 markah/marks)

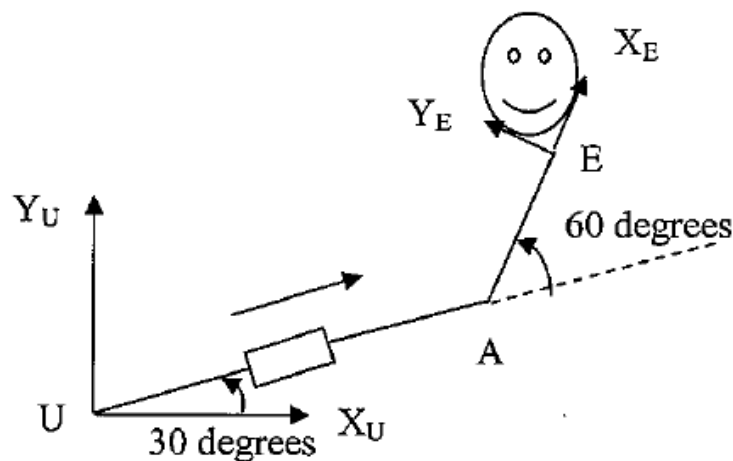


Rajah 5(a)  
Figure 5(a)

- (b) Robot di dalam Rajah S5(a) membawa satu beban dengan jisim 10kg pada konfigurasi sendi seperti ditunjukkan oleh Rajah S5(b) ( $q_1 = 30$  darjah,  $q_2 = 1$  m (panjang UA), dan  $q_3 = 60$  darjah). Kerangka E bersambung kepada lengan terakhir robot berkenaan. Lengan terakhir (AE) mempunyai panjang 1 m. Beban itu mempunyai pusat graviti pada koordinat (2,3) m pada kerangka E. Tentukan usaha sendi (kilas atau daya pada setiap tiga sendi berkaitan). Andaikan bahawa berat bagi setiap lengan boleh diabaikan. Pecutan bagi graviti adalah sepanjang arah negatif  $Y_U$  ( $g=9.8 \text{ m/s}^2$ ).

*The robot in Figure Q5(a) carries a payload of mass 10kg at the joint configuration shown in Figure Q5(b) ( $q_1 = 30$  degrees,  $q_2 = 1$  m (length of UA), and  $q_3 = 60$  degrees). Frame E is attached to the last link of the robot. The last link (AE) has a length of 1m. The payload has its centre of gravity located at coordinates (2,3) m in Frame E. Determine the joint efforts (torques or forces at each of the three joints). Assume that the links have negligible weights. The acceleration due to gravity is along the negative  $Y_U$  direction ( $g=9.8 \text{ m/s}^2$ ).*

(50 markah/marks)



Rajah S5(b)  
Figure Q5(b)

6. (a) Takrifkan terma “Perancangan Trajektori untuk sebuah lengan robot industri. dengan menggunakan contoh yang bersesuaian.

*Define the term “Trajectory Planning” with reference to an industrial robotic arm with suitable example.*

(30 markah/marks)

- (b) Sebuah robot dengan satu sendi berpusing dikehendaki bergerak daripada  $q(0) = 30^\circ$  ke  $q(2) = 100^\circ$  dalam 2 s. Halaju dan pecutan sendi adalah sifar pada kedudukan awal dan akhir. Trajektori berkaitan boleh mengandungi satu atau lebih segmen polynomial dengan tertib yang sama.

*A single-link rotary robot is required to move from  $q(0) = 30^\circ$  to  $q(2) = 100^\circ$  in 2 s. The joint velocity and acceleration are both zero at the initial and final positions. The trajectory may be composed of one or more polynomial segments whose orders are all the same.*

- (i) Apakah darjah terendah polinomial yang boleh digunakan untuk menyempurnakan pergerakan tersebut?

*What is the lowest degree polynomial that can be used to accomplish the motion?*

- (ii) Tentukan nilai pekali bagi polinomial kuadrik yang boleh menyempurnakan pergerakan ini. Anda boleh mengasingkan trajektori sendi kepada beberapa segmen trajektori. (Anda juga boleh menggunakan perwakilan terma pendaraban matriks-vektor dan/atau matriks-matriks).

*Determine the coefficients of a quadric polynomial that accomplishes the motion. You may split the joint trajectory in to several trajectory segments. (You can leave the expression in matrix-vector and/or matrix-matrix product terms.)*

(30 markah/marks)

- (c) Sebuah robot planar dengan dua-darjah kebebasan perlu mengikuti satu garisan lurus di dalam ruang Kartesian, di antara titik mula (2, 6) dan titik akhir (12, 3) bagi sebuah segmen pergerakan. Tentukan pembolehubah-pembolehubah sendi bagi robot jika laluan ini dibahagikan kepada 10 bahagian. Setiap penyambung mempunyai panjang 9 inci. Lakarkan profil kedudukan, halaju dan pecutan sendiri berkaitan.

*A two-degree of freedom planar robot is to follow a straight line in Cartesian-space between the start (2, 6) and the end (12, 3) points of the motion segment. Find the joint variables for the robot if the path is divided into 10 sections. Each link is 9 inches long. Plot the position, velocity and acceleration profiles acquired.*

(40 markah/marks)

ooooOoooo